ЛЕКЦИЯ 1

1. Общие вопросы проектирования автоматизированных участков и цехов

1.1. Выбор места строительства завода

Выбор региона и пункта строительства промышленных предприятий производится в соответствии со следующими требованиями:

* наличие сырьевых баз и расстояния от них;
* обеспеченность топливом;
* наличие источника и условий электроснабжения;
* наличие, состояние и возможность использования транспортных путей;
* расстояние от мест потребления продукции;
* наличие местных строительных материалов и рабочей силы;
* близость промышленного региона и населенных пунктов;
* наличие свободных площадей, пригодных для строительства завода;
* благоприятные гидрометеорологические и климатические условия.

1.2. Производственное деление завода

Состав завода определяется:

* размерами выпуска продукции;
* характером технического процесса;
* требованиями, предъявляемыми к качеству изделий;
* специализацией производства;
* кооперацией завода с другими предприятиями (например, если завод в порядке кооперации получает отливки со стороны, то в его составе не должно быть литейного цеха).

В зависимости от состава завода и этапов производственного цикла машиностроительные заводы разделяют на три вида.

К первому виду относятся машиностроительные заводы с полным производственным циклом, включающим все этапы изготовления машины (они имеют все основные цеха: заготовительные, обрабатывающие, сборочные).

Ко второму виду относятся заводы выпускающие только заготовки для изготовления деталей машин (отливки, поковки, штамповки и т.д.). Основные цеха: литейные и кузнечные. Предусматривается предварительная, частично механическая обработка заготовок (обдирка).

К третьему виду относятся заводы, производящие механическую обработку заготовок, полученных с других предприятий и сборку машин; а также заводы, производящие только сборку машин из деталей, узлов и агрегатов, полученных с других заводов.

В первом случае в составе завода имеются основные обрабатывающие и сборочные цеха, во втором – только сборочные.

В состав завода входят следующие группы цехов и устройств:

* обрабатывающие цехи;
* сборочные цехи;
* вспомогательные цехи;
* складские, энергетические, транспортные, санитарно-технические, общезаводские устройства.

Обрабатывающие цехи:

а) механический цех;

б) сборочный цех;

в) цех металлических конструкций;

г) термический цех;

д) цех холодной штамповки;

е) окрасочный цех;

ж) цех металлопокрытий;

з) деревообрабатывающий цех;

и) тарный цех.

Вспомогательные цехи:

а) чугунолитейный цех;

б) сталелитейный цех;

в) литейный цех цветных металлов;

г) кузнечный, кузнечно-прессовый и кузнечно-штамповочный цехи;

д) заготовительный цех.

Складские устройства:

* склад металла;
* склад полуфабрикатов;
* центральный инструментальный склад;
* склад шихтовых и формовочных материалов;
* склад готовых изделий;
* склад топлива;
* склад горюче-смазочных материалов;
* склад древесины.

Энергетические устройства:

* электростанция (подстанция);
* котельная;
* компрессорные установки;
* газогенераторная установка;
* электросеть, паропроводы, газопроводы, воздухопроводы, нефтепроводы.

Транспортные устройства:

* рельсовая сеть;
* гаражи;
* подъемно-транспортные устройства.

Санитарно-технические устройства

* отопительные;
* вентиляция;
* водоснабжение;
* канализация;
* очистные сооружения;
* водохранилище;
* водонапорные башни.

Общезаводские устройства:

* центральная лаборатория;
* технологическая лаборатория;
* измерительная лаборатория;
* главная контора;
* проходная;
* заводские учебные учреждения;
* медпункт;
* столовая;
* связь;
* охрана.

1.3. Основные задачи проектирования

Машиностроительное предприятие представляет собой очень сложную организацию, структура и деятельность которой находятся в непосредственной зависимости от сложности конструкции и разнообразия выпускаемой продукции, характера технологического процесса ее изготовления и объема производства.

При проектировании предприятия одновременно разрабатывают и решают экономические, технические и организационные задачи.

К экономическим задачам относятся:

* установление производственной программы предприятия с указанием номенклатуры изделий, их количества, веса, стоимости одного изделия и всего количества по программе;
* выяснение источников сырья, материалов, полуфабрикатов, топлива, электроэнергии, воды, газа;
* определение и выбор наивыгоднейшей географической точки расположения завода;
* определение необходимых размеров основных и оборотных средств;
* решение вопросов финансирования предприятия;
* составление плана развертывания завода;
* выяснение потребности в жилищном и социально-культурном строительстве.

Технические задачи:

* проектирование технологических процессов обработки сырья, полуфабрикатов;
* определение необходимого фонда рабочего времени и потребной рабочей силы;
* подбор и расчет количества основного и вспомогательного оборудования;
* определение необходимого количества сырья, материалов, полуфабрикатов, топлива, энергии всех видов (электричества, газа, воды и т.д.);
* разработка вопросов транспорта, освещения, отопления, вентиляции, канализации;
* компоновка и планировка цеха;
* подсчет необходимых площадей
* разработка генерального плана завода.

Организационные задачи:

* разработка структуры управления завода;
* распределение функций и связей между отделами и отдельными должностными лицами;
* разработка вопросов по организации труда;
* установление порядка прохождения заказа, документации, форм отчетности и контроля по цехам и всему заводу;
* мероприятия по подготовке кадров;
* мероприятия по технике безопасности.

1.4. Предпроектные работы

Особое значение при создании механосборочного производства приобретают предпроектные работы, выполняемые с целью:

* сбора исходных данных;
* анализа существующего уровня производства;
* разработки технико-экономического обоснования (ТЭО) или технико-экономического расчета (ТЭР) целесообразности создания нового, расширения, реконструкции или технического перевооружения существующего (действующего) производства;
* разработки технической заявки на проект и подготовки различных технических материалов для проведения проектных работ.

Предпроектные работы чаще всего проводят за два этапа:

* предпроектное обследование и разработка ТЭО (ТЭР);
* разработка и утверждение технической заявки на создание и внедрение новой производственной системы.

При реконструкции производства необходимо иметь бoльшее количество исходных данных, чем при проектировании нового производства, т.к. в проекте используются уже имеющиеся на заводе здания, сооружения, оборудование и т.д. Поэтому перед началом реконструкции на завод выезжает группа проектантов, которая изучает производство, подбирает и систематизирует необходимые сведения о заводе и его цехах.

Основная цель обследования – изучение производственных, материальных, финансовых и людских ресурсов действующего производства. Обследование перед реконструкцией производства проводят комплексно по нескольким частям:

1. Общая и технико-экономическая части включают в себя общие данные по действующему механосборочному производству, его состав, объем производства и номенклатуру выпускаемой продукции, производственное кооперирование, производственные фонды, состав работающих и их квалификация, уровень зар. платы, себестоимость продукции, общие выводы и основные технико-экономические показатели.
2. Технологическая часть содержит сведения о назначении цеха, выпускаемой продукции и производственной кооперации, размещении цеха, режиме его работы, станкоемкости и трудоемкости изготовления продукции, организации производства, составе цеха и технологических процессах.
3. Строительная часть: в ней приводятся сведения о природных и инженерно-геологических условиях площадки завода, характеристиках здания, условиях осуществления строительства.
4. Транспорт и складское хозяйство: даются сведения о внутрицеховом и внутризаводском транспорте и подъемно-транспортном оборудовании, цеховом и заводском складском хозяйстве.
5. Санитарно-техническая часть и производственное водоснабжение содержат сведения о существующих источниках водоснабжения, системах и сооружениях производственной канализации, внутрицеховых санитарно-технических устройствах.
6. Энергетическая часть: даются данные об электроснабжении и теплоснабжении, источниках тепла, пара, воздуха, газа.

1.4.1. Технико-экономическое обоснование (ТЭО)

На основе обобщенных результатов обследования и анализа разрабатывается ТЭО целесообразности создания новой производственной системы, которое должно содержать краткую оценку текущего состояния производственной системы, ее готовности к преобразованию и предполагаемых масштабов внедрения с учетом специфики обследуемого предприятия и выпускаемой им продукции.

В ТЭО основные параметры производственной системы (станкоемкость, трудоемкость, число работающих, состав и количество оборудования, площади и т.д.) определяются на основе предварительных укрупненных расчетов и затем подлежат уточнению на последующих этапах разработки аванпроекта и технологической части рабочего проекта.

В ТЭО также должны быть указаны технико-экономические показатели: снижение трудоемкости и станкоемкости, повышение производительности труда, увеличение коэффициента загрузки, уменьшение численности работающих, сокращение длительности производственного цикла и т.д.

ТЭО утверждается руководителями проекта и заказчика и является основанием для разработки аванпроекта и технической заявки на создание производственной системы.

1.4.2. Аванпроект

Аванпроект делает Головная проектирующая организация на основе ТЭО:

* подбирается номенклатура обрабатываемых материалов и заготовок;
* формируются основные принципы построения технических процессов;
* составляются маршрутные технические процессы;
* делаются графики загрузки оборудования на программу;
* на основании графиков определяются станкоемкость обработки на производственную программу выпуска;
* на основании станкоемкости определяется количество оборудования;
* определяются коэффициенты загрузки оборудования;
* подбирается номенклатура режущего и мерительного инструментов, оснастки;
* решаются укрупненно вопросы организации и управления производством;
* уточняются технико-экономические показатели;
* определяется экологическая эффективность производственной системы.

1.4.3. Заявка на создание производственной системы

Основанием для разработки заявки является утвержденный авантпроект. В заявке указывается:

* основание для разработки;
* назначение производственной системы;
* цель;
* краткая техническая характеристика;
* основные технико-экономические показатели;
* основные исполнители;
* изготовитель оборудования;
* сроки изготовления;
* сроки проведения проектных работ;
* источники финансирования.

1.4.4. Техническое задание на проектирование

Разработку задания на проектирование проводит заказчик проекта совместно с проектной организацией на основе данных, собранных в предпроектный период.

В задании:

* дается обоснование выбора площадки для строительства нового цеха;
* указывается номенклатура и объем выпускаемых изделий;
* указывается, какие заготовки, полуфабрикаты, готовые изделия цех получает со стороны и какие выдает в порядке кооперации;
* дается режим работы производства;
* указываются фонды времени работы оборудования; рабочих мест и рабочих;
* определяются требования по защите окружающей среды;
* даются указания по предполагаемому расширению производства на основе ТЭО;
* намечаются предполагаемые сроки строительства цеха;
* указывают требования к разработке вариантов проекта или его частей;
* приводится перечень основных требований к архитектурно-художественному оформлению инженерных, служебных, бытовых, и производственных помещений.

К заданию прикладывают заключение головного института отрасли о техническом уровне изделий, подлежащих выпуску на данном производстве, и перспективности их выпуска.

1.4.5. Рабочий проект (проект) и рабочая документация

Рабочий проект разрабатывается на основе задания на проектирование и служит для определения технической возможности и экономической целесообразности предполагаемого строительства, реконструкции или расширения, а также установления основных технических решений проектируемых объектов, общей стоимости строительства и технико-экономических показаний.

Рабочий проект включает следующие разделы:

* общую пояснительную записку;
* генеральный план и транспорт;
* технологические решения;
* научную организацию труда;
* строительные решения;
* организацию строительства;
* охрану окружающей среды;
* жилищно-гражданское строительство;
* сметную документацию;
* паспорт рабочего проекта.

После утверждения рабочего проекта разрабатывают рабочую документацию, в состав которой входят:

* рабочие чертежи здания, фундаментов, специального оборудования;
* сметная документация по определению стоимости создаваемого производства;
* ведомости объемов строительных и монтажных работ;
* ведомости потребности в материалах;
* сборники спецификаций оборудования;
* чертежи оборудования и изделий;
* проектно-сметная документация на строительство здания;
* исходные требования к разработке документации на нестандартное оборудование.

1.5. Исходные данные для проектирования цеха

Основой для проектирования механических цехов является подетальная производственная программа цеха, составленная из общей производственной программы завода с приложением чертежей, спецификаций деталей, описаний конструкций и технических условий на изготовление деталей и изделий.

В исходных данных для проектирования должны быть указаны:

* номенклатура изделий, узлов и деталей, подлежащих изготовлению и сборке (цеховой список);
* годовая программа выпуска по каждому наименованию изделий и деталей, включенных в цеховой список;
* подетальный перечень с указанием количества подлежащих выпуску запасных частей;
* режим работы цеха;
* заводской технологический маршрут, определяющий характер заготовки и последовательность прохождения по цехам завода обрабатываемых деталей и собираемых в цехе узлов;
* схема генерального плана завода.

1.6. Производственная программа выпуска изделий

Подетальную производственную программу выпуска цеха составляют по определенной форме, которая должна содержать все необходимые данные для проектирования.

Проектирование механических цехов ведется по точной, приведенной или условной программам.

Производственная программа называется точной, когда номенклатура всех подлежащих изготовлению изделий и их деталей (включая и запасные части) точно установлена и обеспечена рабочими чертежами, спецификациями и техническими условиями.

Проектирование по точной программе предусматривает подробную пооперационную разработку технологических процессов изготовления каждой детали, выбор оптимального оборудования и расчет технически обоснованного времени, необходимого для выполнения каждой операции. На основании этих расчетов определяют количество потребного оборудования, загрузку его по времени.

Точная программа выпуска обязательна при проектировании цехов крупносерийного и массового производства, требующих большой точности всех технологических расчетов.

Производственная программа называется приведенной, когда все подлежащие изготовлению изделия условно приводятся к нескольким типовым изделиям, являющимся наиболее характерными для каждой группы изделий.

Проектирование по приведенной программе применяется при обширной и разнообразной номенклатуре подлежащих изготовлению изделий, а также когда полные данные (чертежи, описания, технические условия) имеются лишь по основным типовым изделиям программы.

Приведенной программой пользуются преимущественно для проектирования цехов мелко- и среднесерийного, а также единичного производства.

При проектировании по приведенной программе заданную цеху номенклатуру изделий разбивают на группы, в каждую из которых входят изделия, наиболее схожие по конструкции и технологии. В каждой группе выбирается изделие – представитель, на которое определяется трудоемкость изготовления. Для определения трудоемкости каждого изделия, входящего в ту или иную группу, пользуются коэффициентом приведения Кпр, определяющим соотношение трудоемкости изделия – представителя и каждого изделия данной группы.

image001

где: КВ – коэффициент, учитывающий различие в весе (массе);

Ксер – коэффициент, учитывающий различие серийности;

Ксл – коэффициент сложности;

Кп – коэффициент, учитывающий другие особенности объекта, например различие в точности изделия представителя, наличие комплектующих поставок по кооперации отдельных узлов или агрегатов и др.

При использовании метода приведения возможны два варианта формирования групп и выбора типовых представителей.

Первый вариант применяют при закреплении за цехом изготовления деталей некоторого количества подобных изделий, создаваемых обычно на одной базе и различающимися характеристиками в определенном диапазоне. В этом случае формируют одну или несколько групп изделий и в качестве представителя выбирают одно из изделий группы.

Второй вариант применяют при изготовлении цехом изделий, существенно отличающихся друг от друга. В этом случае для проектирования механического цеха детали всех машин объединяют в технологически подобные группы (валы, втулки, плоскостные, корпусные детали и др.) и в каждой группе выбирают технологические процессы с техническим нормированием.

Коэффициент КВ, учитывающий различие в весе (массе) обрабатываемых деталей изделия определяется по формуле

image002

где: image003- коэффициенты, определяющие долю основного и вспомогательного времени в штучном;

image004- соответственно суммарные массы (вес) деталей рассматриваемого изделия группы и изделия – представителя.

Для определения значений image005в зависимости от массы изделий и типа производства можно пользоваться номограммой (Мельников Г.Н. табл. 3.6.).

Для геометрически подобных деталей можно пользоваться более простой формулой:

image006

Коэффициент Ксер определяется в зависимости от соотношения количества штук по годовой программе изделия - представителя Nпр к количеству штук по годовой программе приводимого изделия Ni, т.е. в зависимости от соотношения image007

Коэффициент Ксл можно представить в виде произведения коэффициентов, учитывающих связи между конструктивными факторами и трудоемкостью приводимых изделий:

image008

где image009- коэффициенты, учитывающие различия соответствующих технических параметров в рассматриваемом изделии и изделии - представителе.

image010- показатели, отражающие степень влияния соответствующих технических параметров на трудоемкость обработки.

Коэффициент Ксл рассчитывается проектирующими организациями на основании данных, которые представляются заказчиками. Обычно коэффициент Ксл принимают равным 1.

При проектировании по условной программе также выбирают изделие-представитель, для которого подсчитывают трудоемкость изготовления, но расчеты, выполненные для изделия – представителя без коэффициента приведения полностью переносятся на все изделия данной группы.

1.7. Виды (типы) производства

В зависимости от размера производственной программы, характера продукции, а также технических и экономических условий осуществления производственного процесса все производства условно делятся на три основных вида:

* единичное (индивидуальное);
* серийное (мелкосерийное, серийное, крупносерийное);
* массовое.

Производство относят к тому или другому виду (типу) условно по количеству обрабатываемых в год деталей одного наименования и типоразмера.

1.7.1. Единичное производство

Это такое производство, при котором изделия изготовляются единичными экземплярами разнообразными по конструкции или размерам, причем повторяемость этих изделий редка или совсем отсутствует.

Единичное производство универсально, т.е. охватывает разнообразные типы изделий, поэтому оно очень гибкое, т.е. приспособлено и выполнению разнообразных заданий.

Применяемое оборудование и оснастка – универсальные. Квалификация рабочих – высокая.

1.7.2. Серийное производство

Занимает промежуточное положение между единичным и массовым производством.

Здесь изготовление деталей производится партиями или сериями, состоящими из одноименных, однотипных по конструкции и одинаковых по размерам деталей, запускаемых в производство одновременно.

Основным принципом этого вида производства являются изготовление всей партии (серии) целиком как в обработке деталей, так и в сборке.

Понятие «партия» относится к количеству деталей, а понятие «серия» к количеству машин, запускаемых в производство одновременно.

В серийном производстве в зависимости от количества изделий в серии, их характера и трудоемкости их изготовления, частоты повторяемости серий в течение года различают производство мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное.

Станки:

* универсальные;
* специализированные;
* автоматизированные;
* агрегатные.

Оснастка: универсально-переналаживаемая.

Квалификация рабочих: средняя.

1.7.3. Массовое производство

В массовом производстве при достаточно большом количестве одинаковых выпусков изделий изготовление их ведется путем непрерывного выполнения на рабочих местах одних и тех же постоянно повторяющихся операций.

Здесь технологические операции выполняются на определенных рабочих местах, расположенных в порядке выполнения технологического процесса. Деталь от станка к станку перемещается или вручную или при помощи транспортных средств.

Станки:

* полуавтоматы;
* автоматы;
* агрегатные.

Оснастка: - специальная

Квалификация рабочих: низкая.

1.8. Формы организации производства

Каждому виду производства свойственна своя форма организации производства:

* по типам оборудования или цеховая форма организации;
* предметная или групповая;
* поточно-серийная или поточно-переменная (многономенклатурная);
* прямоточная (однономенклатурная);
* непрерывным потоком (однономенклатурная).

Цеховая форма: эта форма свойственна единичному производству и характеризуется тем, что станки располагаются по признаку односторонности обработки, т.е. создаются участи токарных, фрезерных и т.д. станков.

Предметная или групповая форма: свойственна серийному производству, предусматривает расположение станков в порядке технологического процесса. Обработка происходит партиями. Время выполнения операций на отдельных станках не согласовано со временем выполнения операций на других станках. Детали во время работы хранятся у станков, а затем транспортируются одной партией. Детали для следующей операции хранятся около станков или на специальных площадках между станками.

Поточное производство характеризуется:

* специализацией рабочих мест;
* расположением рабочих мест в порядке операций технологического процесса;
* выравниванием длительности операций на каждом рабочем месте;
* использованием транспортных средств между рабочими местами.

Основной характеристикой поточной линии являются такт выпуска Т, т.е. интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий.

Поточно-серийная форма организации производства характерна для серийного производства и также предусматривает расположение оборудования в порядке технологического процесса. Производство ведется партиями. Причем детали каждой партии могут отличаться друг от друга размерами или конструкцией, допускающими однако обработку их на одном и том же оборудовании. Производство ведется таким образом, что время обработки на одном станке согласовано со временем обработки на следующем станке. Детали одной партии идут со станка на станок в порядке выполнения технологических операций, создавая непрерывность движения. Переход на обработку деталей другой партии требует незначительной технической подготовки и переналадки станков.

Для поточно-серийной формы средний такт определяется

image011

где: *А,Б,В –* годовые программы выпуска изделий, закрепленных за линией.

*к1; к2…-* коэффициенты, учитывающие трудоемкость изготовления изделий, закрепленных за линией.

image012;    image013

где: *ТА, ТБ, ТВ –* трудоемкость изготовления соответствующих изделий

*Фд –* действительный фонд работы линии.

Прямоточная форма организации производства характерная для массового производства, предусматривает расположение оборудование в порядке технологического процесса. За каждым станком закреплена одна операция. Передача деталей со станка на станок производится поштучно. Синхронизация времени отдельных операций имеет место на всех участках линии, т.к. время выполнения отдельных операций не всегда одинаково или кратно такту. Вследствие этого около станков, у которых время операции больше такта, создаются заделы необработанных деталей. Передачу изделий от одного станка к другому ведут при помощи рольгангов и других немеханических транспортных устройств:

image014;

где: *N –* число изделий, выпускаемых в единицу времени;

*r* – коэффициент использования линии.

Непрерывным потоком при этой форме организации производства станки расположены в порядке технологического процесса. За каждым станком закреплена одна операция. Время выполнения отдельных операций точно установлено и равно или кратно такту выпуска. Этим достигается полная синхронизация всей поточной линии. В зависимости от регулирования такта и транспортировки изделия от одного до другого рабочего места различают разновидности организации работы непрерывным потоком:

* работа непрерывным потоком с передачей изделия вручную;
* работа с передачей изделий немеханическими транспортными устройствами;
* работа с предуказанным тактом, который регламентируется при помощи различных сигналов, указывающих на истечение времени такта;
* работа с периодической подачей изделия.

image015

1.9. Последовательность проектирования цеха.

При проектировании механосборочного производства решаются в определенной последовательности следующие основные вопросы:

* определение количества основного (технологического) оборудования;
* выбор состава производственных участков;
* определение состава и количества оборудования на участке;
* определение алгоритма работы оборудования на участке;
* разработка требований к условиям работы оборудования;
* составление заданий на проектирование нестандартного оборудования;
* компоновка производственных участков;
* планировка основного оборудования; предварительное определение числа работающих;
* расчет производственной площади;
* проектирование складской системы;
* проектирование транспортной системы;
* проектирование системы инструментообеспечения;
* проектирование системы ремонтного и технического обслуживания;
* проектирование системы контроля качества изделий;
* проектирование системы охраны труда;
* проектирование системы управления и подготовки производства;
* уточнение компоновки цеха;
* уточнение планировки оборудования;
* уточнение состава и количества работающих;
* определение общей площади цеха и его габаритов;
* определение технико-экономических показателей;
* выбор оптимального варианта проекта.

Обязательным условием такой последовательности проектирования механосборочных цехов является наличие уже разработанного технологического процесса изготовления изделий.

На основании исходных данных, которые определены из условий работы механосборочного производства и разработанных технологических процессов изготовления изделий, проектируют основные и вспомогательные системы, а затем производят пространственную увязку всего оборудования, формируя тем самым механосборочное производство изделий.

Проектирование каждой вспомогательной системы осуществляется в той же последовательности, что и основной системы.

Каждый вариант проекта получают после однократного прохождения последовательности проектирования. При многократном прохождении последовательности проектирования, делают несколько вариантов, причем разработка последующего и выбор оптимального варианта проекта достигается путем анализа результатов проектных решений.

Контрольные задания

Задание 1.1.

Чем определяется состав завода?

Задание 1.2.

Что относится к экономическим задачам?

Задание 1.3.

Что указывается в заявке на создание производственной системы?

Задание 1.4.

Что входит в состав исходных данных для проектирования цеха?

Задание 1.5.

Чем определяется коэффициент приведения Кпр?